

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**

**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I  
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**

**Sveučilišni studij**

**MIKROUPRAVLJAČKI SUSTAV ZA POMOĆ PRI  
UZGOJU BILJAKA**

**Završni rad**

**Matej Korman**

**Osijek, 2018.**

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
1.1 Zadatak završnog rada.....	1
2. PRIMJENJENE TEHNOLOGIJE I ALATI .....	2
2.1. Arduino razvojno okruženje .....	2
2.2. Arduino mikroupravljački kontroler .....	4
2.3. Senzor vlage.....	6
2.4. Solarni panel .....	7
2.5. Baterija .....	10
2.6. Napajanje sustava .....	10
2.7. Wi-fi tehnologija .....	12
3. Realizacija sustava .....	15
3.1. Spajanje mikrokontrolera sa modulima .....	15
3.2. Programsko rješenje sustava.....	17
4. ZAKLJUČAK.....	17
LITERATURA.....	21
SAŽETAK.....	22
ABSTRACT .....	23
ŽIVOTOPIS.....	23

# **1. UVOD**

Cilj ovog završnog rada je napraviti samoodrživi elektronički mikroupravljački uređaj za pomoć pri uzgoju biljaka. Uređaj treba imati mogućnost mjerenja vlage te slanja podataka na server, gdje će oni biti dostupni na uvid u formatu koji je prilagođen korisniku. U trenutku kada je udio valge u tlu pao ispod optimalne razine sustav treba obavjetiti korisnika da je potrebno zaliti biljku. Da bi sustav mogao funkcionirati potpuno automno potreban mu je vlastiti izvor napajanja. Za napajanje sustava se koristi Litij-ionska baterija koja se puni pomoću solarnog panela postavljenog na vrh kućišta. U kućištu se nalaze baterija, mikroupravljač, sustav za komunikaciju i napojna elektronika, a u podnožju je senzor vlage koji treba biti u zemlji. Sustav je zamišljen kako bi na pristupačan način olakšao i unaprijedio uzgoj biljaka za krajnjeg korisnika.

## **1.1 Zadatak završnog rada**

U ovom završnom radu potrebno je napraviti mikroupravljački sustav za prikupljanje podataka o vlazi tla. Praćenjem vlage tla potrebno je obavjestiti korisnika o optimalnom trenutku zaljevanja biljke. Sustav treba raditi na solarni pogon.

## 2. PRIMJENJENE TEHNOLOGIJE I ALATI

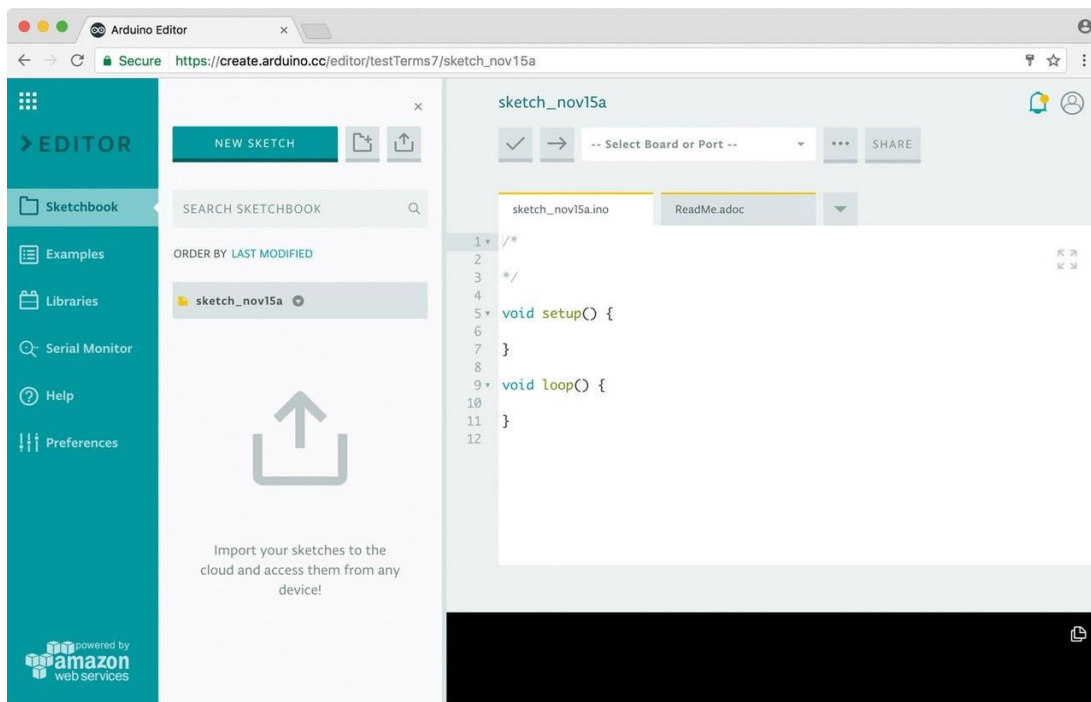
U ovom poglavlju su opisane pojedne komponente koje čine ovaj završni rad. Komponente korištene u ovom završnom radu su solarni panel, baterija, modul za napajanje, wifi modul sa LoLin sklopovljem i senzor vlage tla. Najvažnije komponente i tehnologije su detaljnije opisane u potpoglavljima.

### 2.1. Arduino razvojno okruženje

Arduino razvojno okruženje je besplatni program koji omogućava programiranje svih tipova Arduino kontrolera. Sastoji se od prevoditelja (engl. compiler) koji prevodi programski jezik u strojni te pokretača operacijskog sustava (engl. bootloader) koji se nalazi na pločici. Program je napisan u programskom jeziku Java. Ovaj program svojom jednostavnošću približava pojam programiranja sklopovlja osobama bez prijašnjeg iskustva, dok iskusnim programerima omogućuje lako snalaženje, jer je pisanje koda bazirano na C i C++ programskim jezicima uz dodane funkcionalnosti Wiring razvojne platforme. Osim desktop verzije programa (Slika 2.1.) postoji i mrežna verzija (Slika 2.2.), koja ne zahtjeva preuzimanje i instaliranje na računalo, već se može koristiti preko internet preglednika. [1]



Sl. 2.1. Desktop verzija Arduino programa. [1]



Sl. 2.2. Mrežna verzija Arduino editora. [1]

Arduino program sadržava prozor za uređivanje teksta sa osnovnim opcijama obrade teksta, prozor sa porukama koji nam daje povratnu informaciju o radu Arduino programa, konzola za tekst koja ispisuje detaljan opis grešaka i drugih informacija o samome kodu i alatna traka sa najčešće korištenim funkcijama i popisom izbornika. Kod koji pišemo se sprema u takozvane predloške (sketch) sa ekstenzijom „.ino“. Program nam omogućava da otvorimo više prozora istovremeno. Kada je kod napisan možemo pritisnuti gumb „Verify“ koji provjerava ima li grešaka u kodu tako što ga prevodi u strojni jezik. Prije nego što pošaljemo svoj kod kontroleru trebamo postaviti pravilne postavke za točan model mikrokontrolera koji koristimo. Kada smo to odradili možemo poslati kod pomoću „Upload“ gumba na alatnoj traci. Pritiskom „upload“ gumba kod se prvo prevodi u strojni jezik, a zatim se pomoću „bootloadera“ upisuje u memoriju mikrokontrolera. Kada je kod upisan u kontroler on počinje izvršavanje, a povratne informacije možemo pratiti preko serijskog monitora. Kod se piše u dvije glavne funkcije, a može ih biti i više ovisno o potrebi. Jedna je `setup()` koja se pokreće jednom pri pokretanju sustava ili pritiskom tipke reset na Arduino pločici. Koristi se za inicijalizaciju varijabli, određivanja moda rada pojedinih konektora, korištenja biblioteka i određivanje ostalih parametara. Druga funkcija je `loop()` koja se ponavlja sve dok je mikrokontroler uključen. Ponavljanje omogućuje programu da reagira na neke promjene te na osnovu ulazanih signala može mjenjati izlazne signale. Da bi olakšali korištenje raznih gotovih modula za arduino koristimo se bibliotekama. Biblioteka je kod koji u sebi ima napisane razne funkcije koje omogućavaju dodatne funkcionalnosti u

predlošcima. Da bi koristili biblioteku moramo ju pozvati, a to radimo sa naredbom „`#include`“ iza koje slijedi ime biblioteke između znakova „`<`“ i „`>`“ kao u idućem primjeru (`#include <DS3231.h>`). [1]

## 2.2. LoLin sklopovlje i NodeMcu *firmware*

LoLin (Sl. 2.3.) sklopovlje je bazirano na ESP8266 Wi-fi pločici. Glavni dijelovi su mu ESP8266 ESP-12E Wi-fi pločica, AMS1117 3.3 stabilizator napona, CH340G USB na serijski pretvarač, microUSB konektor za komunikaciju i napajanje, 30 ulaza/izlaza za komunikaciju i napajanje te dva prekidača za reset i flash *firmware*-a. ESP-12E je Wi-fi modul koji pogoni 32-bitni mikrokontroler koji podržava brzine od 80MHz i 160 MHz. Ovaj modul je izabran zbog jako niske potrošnje i mogućnosti *deep-sleep* moda, gdje troši oko 20  $\mu$ A. Može raditi na frekvenciji od 2.4 GHz i podržava WPA/WPA2 standarde (engl. Wi-fi protected access – Wi-fi zaštićeni pristup). [2]

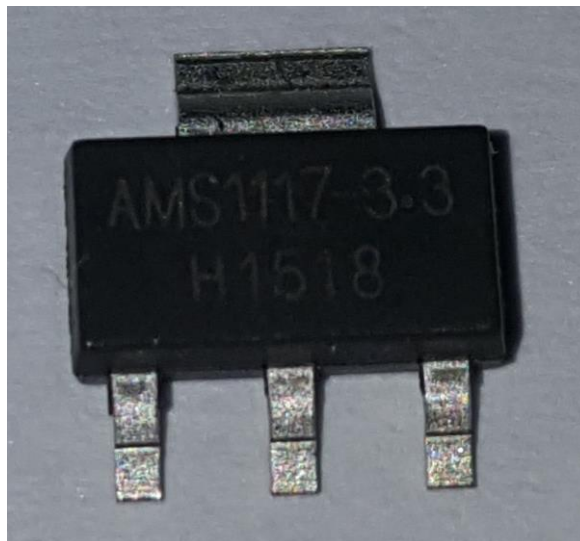


Sl. 2.3. LoLin V3.

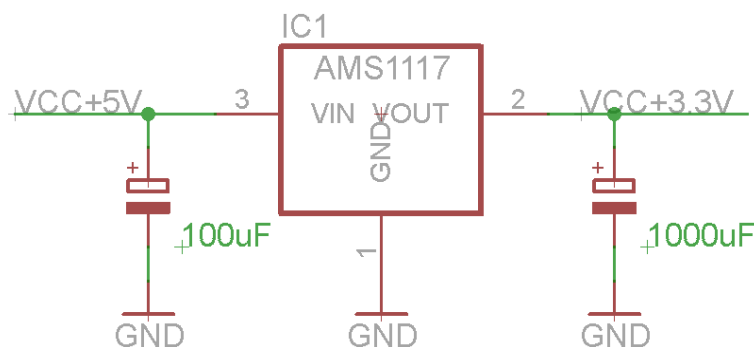
NodeMCU je open-source (javno dostupan izvorni kod) *firmware* (trajni program učitani u ROM – eng. Read-only memory) koji pogoni ESP-12E. *Firmware* je pisan u *Lua* skriptnom jeziku te je jako raširen u IoT (eng. Internet of things – Internet stvari) projektima.

### 2.3. AMS1117

Regulator napona AMS1117 (Slika 2.4.) je potreban jer ESP-12E radi na 3.3V te je potrebno osigurati da je napon stabilan i nikada ne prelazi tu granicu jer može doći do oštećenja modula. Modul možemo napajati preko microUSB konektora koji daje napon od 5V ili preko konektora na pločici koji mogu biti za 3.3V ili 5V. Postoje razne izvedbe AMS1117 regulatora napona (npr. AMS1117-1.5, AMS1117-1.8, AMS1117-2.5, AMS1117-5.0, itd.), a u ovom projektu se koristi verzija AMS1117-3.3. Broj iza crtice označava napon na kojemu regulator funkcionira, a maksimalna struja koju propušta je 1A neovisno o modelu. Da bi se postigao željeni napon potrebno je koristiti kondenzator koji služi kao kompenzator frekvencije te omogućava da napon ostane stabilan prilikom vršne potrošnje. Regulator je spojen kao što je prikazano na slici ispod (Slika 2.5.). [12]



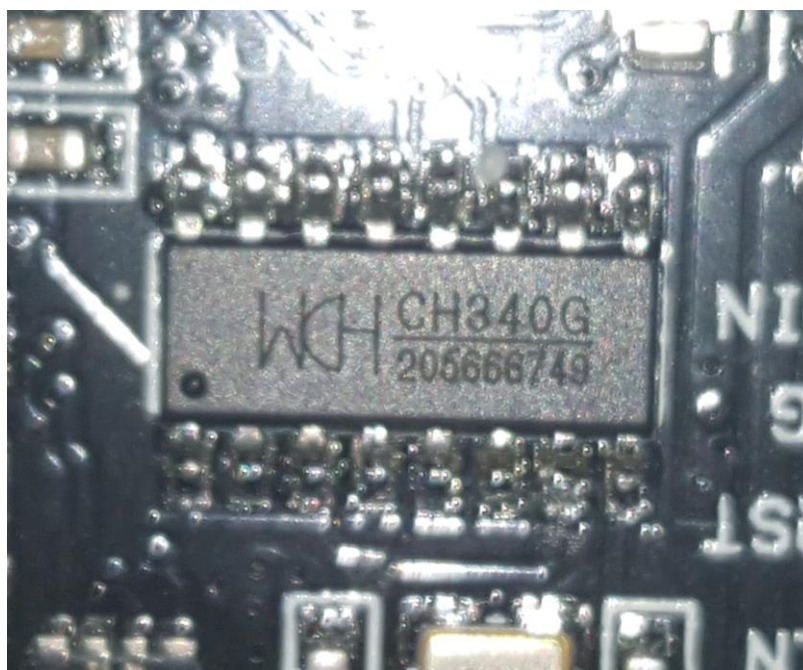
Sl. 2.4. Regulator napona AMS1117.



Sl. 2.5. Način spajanja regulatora izrađen u Eagle programu.

## 2.4. CH340G pretvarač

CH340G (Slika 2.6.) je pretvarač USB signala koji podržava USB 2.0 protokol. Ima mogućnost pretvaranja USB signala na serijsko sučelje, IrDA (eng. Infrared Data Association – Organizacija za infracrvene podatke) sučelje ili sučelje za pisače. Za rad mu je od vanjskih komponenti potreban samo kondenzator i kristal, a ima mogućnost rada na 3.3V ili 5V. Ima 16 nožica od kojih su dvije ulaz podataka preko USB-a, dvije nožice za napajanje, a ostale služe kao izlaz i podržavaju razne protokole kao što su RS232, RS484, RS422, RTS, DTR itd. [13]

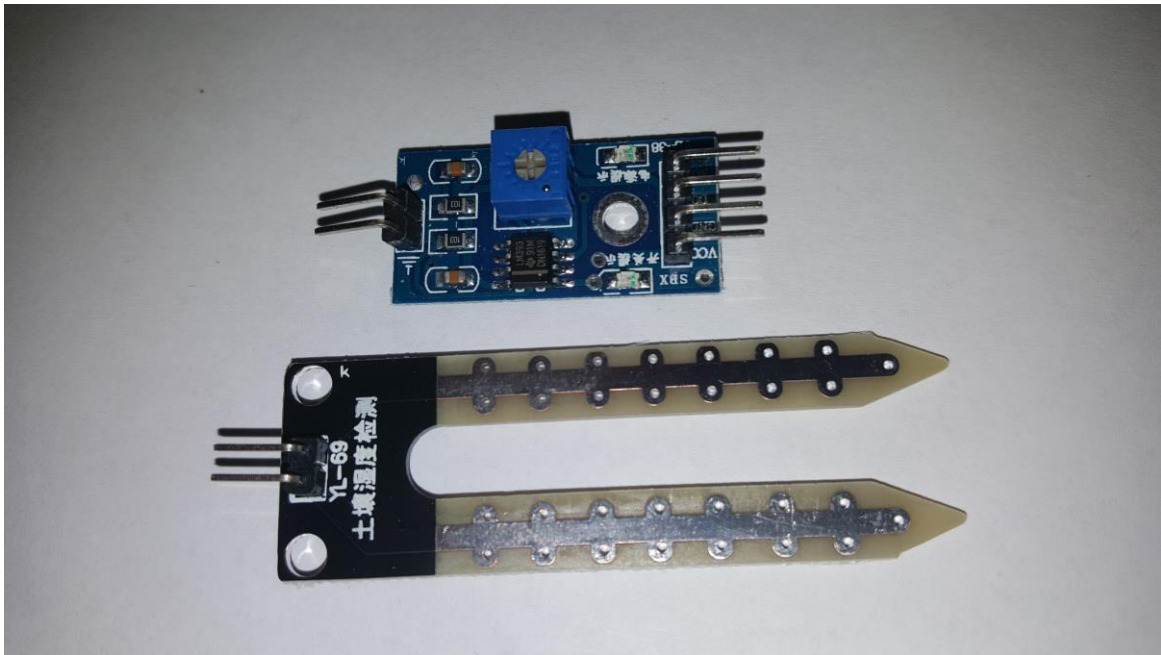


Sl. 2.6. CH340G pretvarač.

## 2.5. Senzor vlage

Da bi odredili vlagu tla trebamo senzor. Postoji nekoliko različitih tehnologija za određivanje količine vode u tlu. Za ovaj sklop korišten je senzor baziran na principu električnog otpora tj. vodljivosti. Princip rada je takav da se kroz jednu elektrodu pusti napon dok se na drugoj elektrodi mjeri razlika napona. Kada je tlo suho tada je pad napona koji se pojavljuje između dvije elektrode veći je nego kada je tlo mokro. Na vodljivost tla također utječu slanost i temperatura tla. Senzor korišten u ovome projektu koristi kontroler koji ima mogućnost slanja analognih povratinih vrijednosti i koristi se kada nam je potrebna veća preciznost. Također posjeduje i mogućnost slanja digitalne vrijednosti ovisno o tome je li prekoračena vrijednost vlage koja se postavlja na promjenjivom otporniku. Za rad mu je potrebno napajanje od 5V. [3]





Sl. 2.7. Sonda i kontroler za vlagu tla.

## 2.6. Solarni panel

Solarni paneli rade na principu fotoelektričnog učinka. Fotoelektrični učinak je kada djelovanje elektromagnetskog zračenja izbija elektrone iz obasjanog materijala[5]. Svaki foton svjetla ima svoju energiju koju predaje elektronu. Da bi elektron bio oslobođen tj. izbačen iz materijala potrebno mu je predati dovoljno energije da se razbije veza između elektrona i atoma. Energija fotona se može izračunati prema jednadžbi (2-1) [6]. Potrebna energija da bi se elektron oslobodio ovisi o vrsti materijala, a računa se prema jednadžbi (2-2). [6]

$$E = h \cdot \nu \quad (2-1)$$

E – energija fotona

h – Planckova konstanta

$\nu$  – frekvencija fotona

$$h \cdot \nu = W_i + E_{kin} \quad (2-2)$$

$h \cdot \nu$  – energija fotona

$W_i$  – rad izlaza

$E_{kin}$  – kinetička energija emitiranog elektrona

Fotonaponska ćelija je PN tj. poluvodička dioda koja se sastoji od tri sloja, P sloj u kojemu su šupljine većinski nosioci naboja, N sloj u kojemu se elektroni većinski nosioci naboja i osiromašeni sloj. Kada je poluvodič osvijetljen izbijaju se negativno nabijeni elektroni iz valentnog sloja (P sloj) te taj elektron preskače na vodljivu stranu poluvodiča (N sloj). Na taj način se stvara razlika potencijala. Ako spojimo metalne kontakte koji se nalaze na svakoj strani poluvodiča na trošilo poteći će električna struja. Solarni paneli izrađuju se povezivanjem solarnih ćelija u seriju i/ili paralelu tako da bi se dobio željeni napon. Solarne ćelije imaju učinkovitost od 10-25% a ona se izračunava prema jednadžbi (2-3). [6]

$$\eta = \frac{U \cdot I}{E \cdot A} \quad (2-3)$$

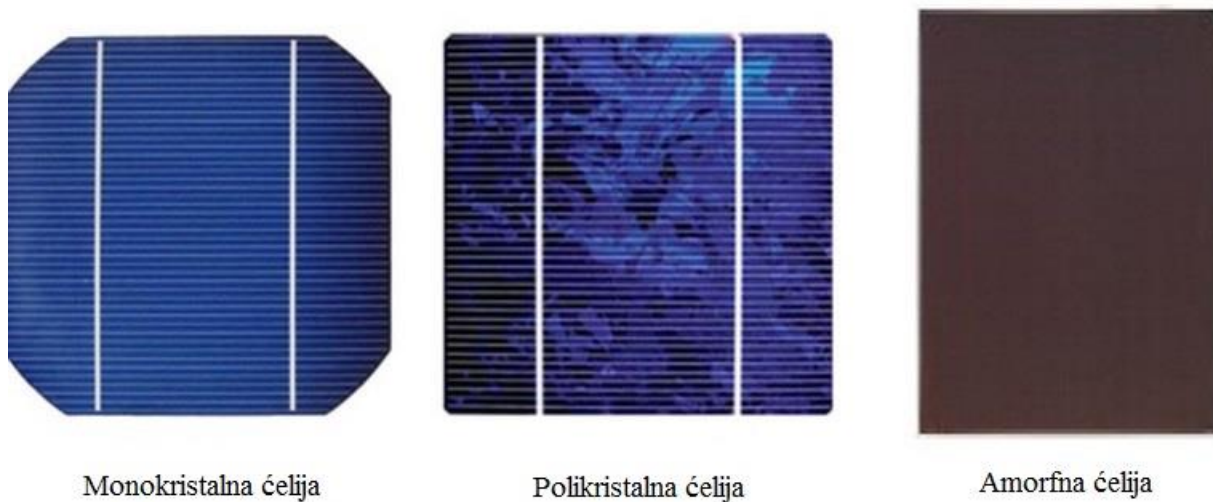
U – efektivna vrijednost izlaznog napona

I – efektivna vrijednost izlazne struje

E – specifična snaga zračenja

A – površina

Najzastupljenije solarne ćelije na bazi silicija su monokristalne, polikristalne i amorfne (Sl. 2.8.). Monokristalne su najučinkovitije, ali su također i najskuplje i najkompliciranije za izradu jer se u proizvodnji kreira puno otpada. Polikristalne su manje učinkovite, ali je proces proizvodnje znatno jednostavniji i jeftiniji. Amorfne ćelije se se izrađuju tako da se tanki film silicija stavi na staklo ili neki drugi materijal. Za njihovu proizvodnju je potrebno manje materijala pa su troškovi proizvodnje daleko niži. Učinkovitost im je puno manja, pa se koriste u sustavima gdje nisu potrebne velike snage, ali prednost im je što su učinkovite u slučaju kada se dio panela nalazi u sjeni. [7]



Sl. 2.8. Solarne ćelije na bazi silicija. [7]

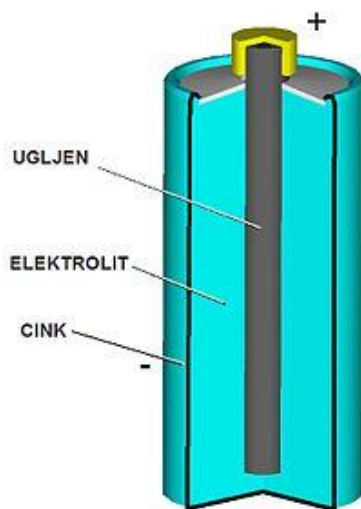
U ovom projektu je korišten panel zasnovan na tehnologiji Amorfnih silicijskih ćelija. Dimenzije su mu 80x80mm, radni napon je 5V, a struja je 100mA.



Sl. 2.9. Panel korišten u projektu.

## 2.7. Baterija

Električna baterija je uređaj koji pretvara kemijsku energiju u električnu energiju. Bateriju čine jedan ili više galvanskih članaka (Sl. 2.10.). Jedan članak se sastoji od anode (negativan pol) i katode (pozitivan pol) između kojih se nalazi elektrolit koji. Kada zatvorimo strujni krug između anode i katode, započinje kemijska reakcija. Postoje razne tehnologije baterija, a u ovom radu se koristi litij-ionska punjiva baterija kod koje se kao anoda koristi ugljik, katoda je napravljena od metalnog oksida, a kao elektrolit se koristi litijeva sol u organskom topivu. Napon ove baterije se kreće od 3.7V do 4.2V ovisno o napunjenosti, a ako baterija izađe iz svog područja rada, može doći do oštećenja. Zbog toga se koristi elektronika koja štiti bateriju i prekine strujni krug ukoliko napon padne ispod ili naraste iznad navedene razine. Litij-ionske baterije su popularne jer imaju puno veći kapacitet od drugih tehnologija (npr. Ni-Cad (Nikal-Kadmij) ili Ni-MH (Nikal-Metal-Vodik)) u jednakim dimenzijama. Također mogu raditi sa puno većim strujama punjenja i pražnjenja tako da se koriste u sustavima velike snage. [8]

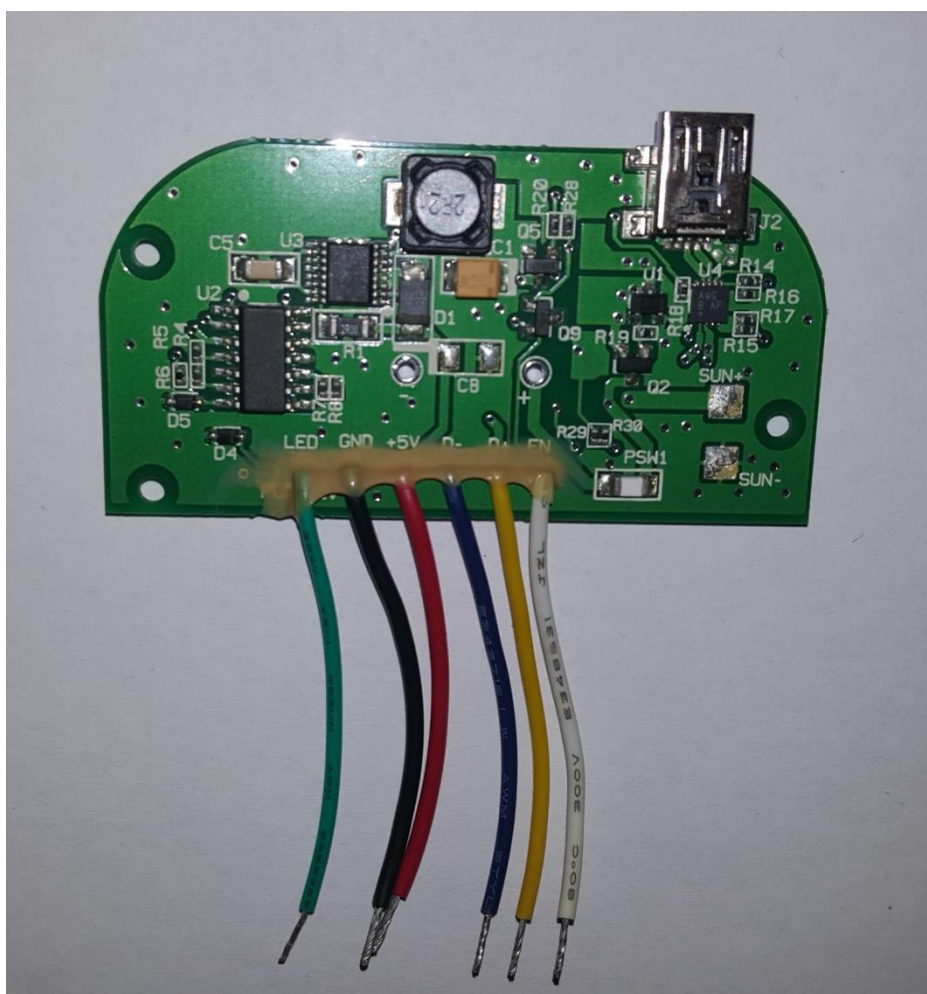


Sl. 2.10. Prikaz galvanskog članka. [8]

## 2.8. Napajanje sustava

Napajanje sustava je ključno za pravilan rad. Sustav treba biti autonoman pa je bitno da ima bateriju. U slučaju da se koristi samo baterija bilo bi potrebno nakon nekog vremena mijenjati bateriju. Iz tog razloga sustav također sadrži i solarni panel koji značajno produžuje vijek trajanja baterije, a ako su uvjeti povoljni moguće je da se baterija ne mora mijenjati sve dok je ispravna. Za napajanje se koristi modul koji sadrži punjač za Litij-ionsku bateriju od 3.7V, a baterija se

može puniti preko solarnog panela ili preko miniUSB konektora na modulu. Modul osim miniUsb konektora ima još 10 kontakata. Dva kontakta na sredini pločice se koriste za spajanje baterije te mogu služiti kao izvor električne energije dok se baterija prazni ili kao trošilo kada se baterija puni. Dva konektora na desnoj strani modula se koriste za spajanje solarnog panela koji radi na 5V. Na dnu modula se nalazi 6 kontakata, zeleni za napajanje LE diode koji nije korišten u ovome projektu, crveni pozitivni pol, plavi i žuti su komunikacijski pinovi za USB konektor i bijeli koji prekida izlaz napajanja. Izlazni napon je stabiliziran na 5V što je idealno za ostatak sustava.



Slika. 2.11. Modul za napajanje sustava.

## 2.9. Wi-fi tehnologija

Kratica wi-fi se koristi za tehnologiju dvosmjernog bežičnog prijenosa podataka, tj. bežične lokalne mreže. Wi-fi je tehnologija bazirana na IEEE 802.11 standardima. Za prijenos podataka je potrebno uspostaviti vezu, a to se čini preko kanala na 2.4GHz (giga hertz) ili 5GHz ovisno o količini podataka koje korisnik šalje. Da bi se mogli spojiti na mrežu potreban je bežični kontroler koji pretvara podatke u radio signal i obrnuto, radio signal ponovno u podatke. Veza se uspostavlja tako da jedna strana odašilje signal i kreira žarišne točke. Uređaji koji registriraju taj signal se mogu spojiti i tada prijenos podataka može započeti. Najveća prednost Wi-fi tehnologije je njena kompatibilnost sa velikim brojem raznih uređaja visoka razina sigurnosti. Wi-fi Alliance je svjetska mreža tvrtki koja se brine da proizvodi ispunjavaju zahtjeve za kvalitetom, brzinom, sigurnosti i kapacitetom te za stvaranje novih tehnologija po najvišim standardima [9]. Modul za bežični prijenos podataka korišten u ovom sustavu je ESP8266 (Sl. 2.13.).



Slika 2.12. Logo Wi-fi Alliance [9]

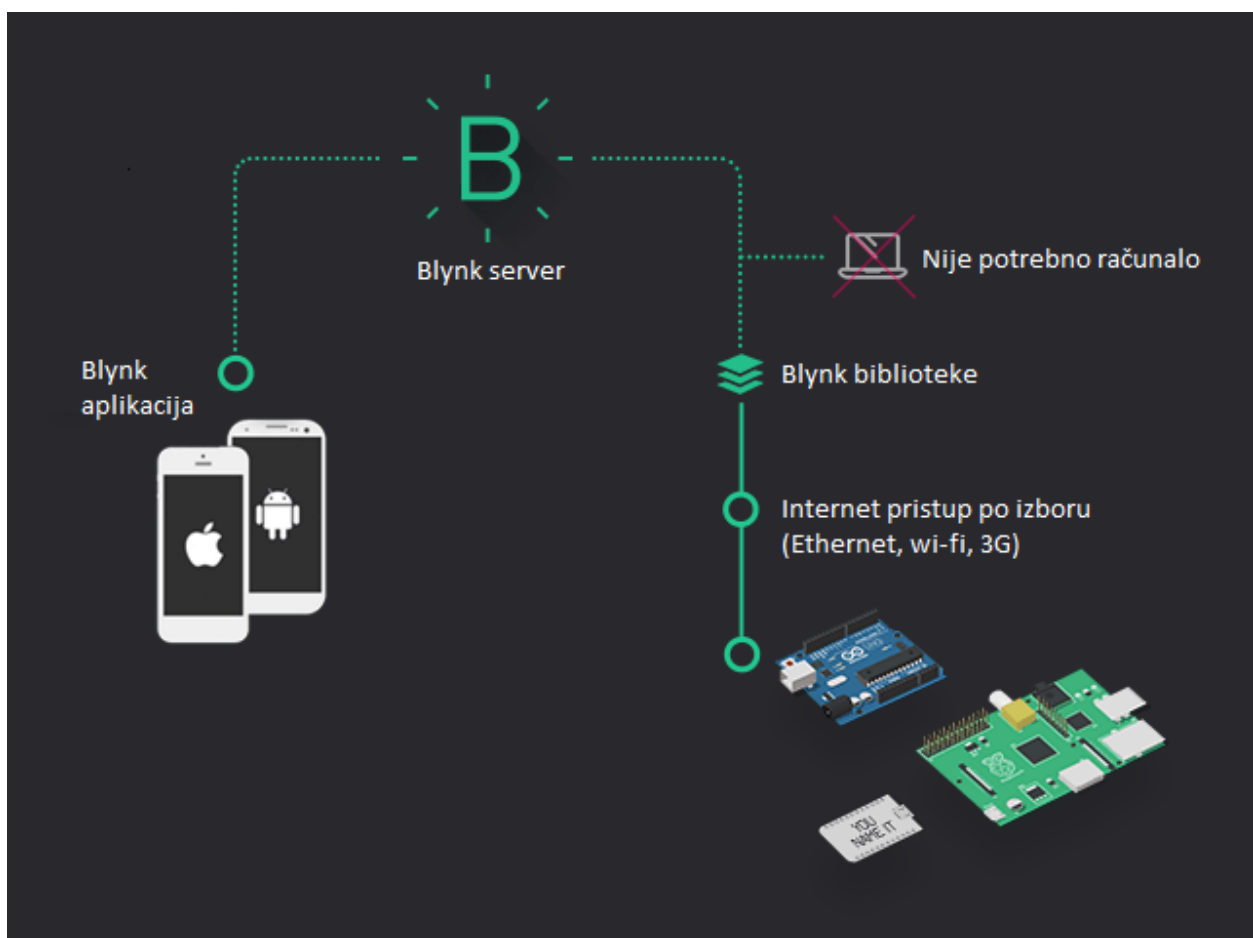


Slika 2.13. Wi-fi modul. [11]



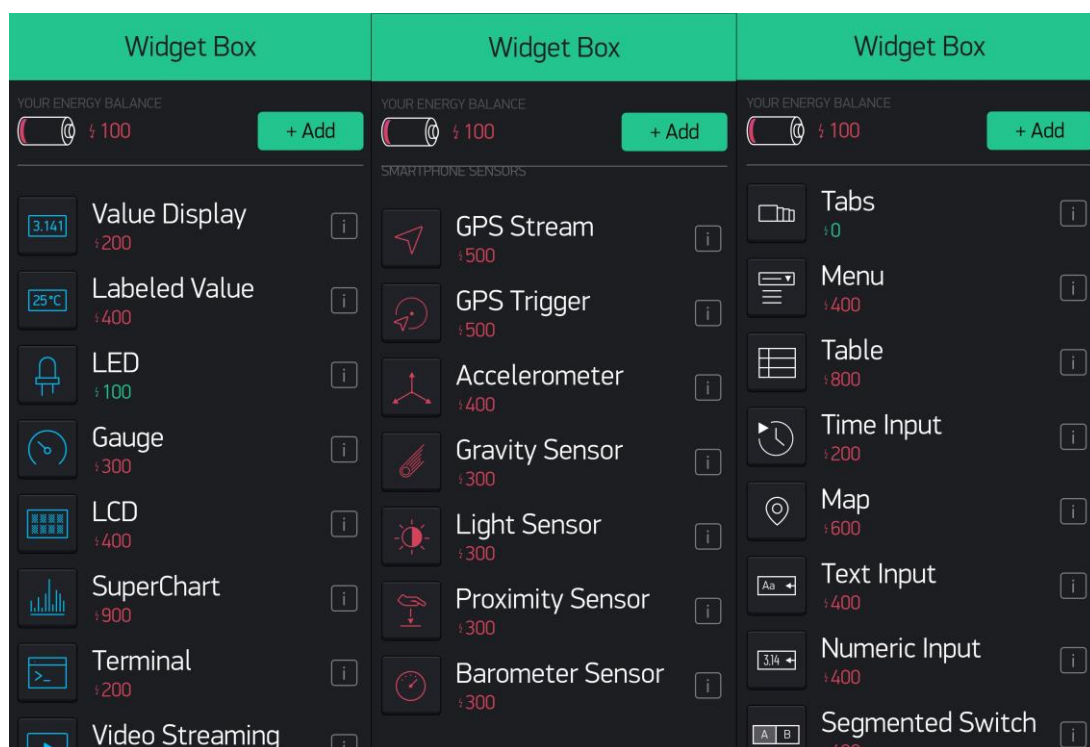
## 2.10. Blynk

Blynk je platforma sa mobilnim aplikacijama za Android i iOS uređaje koje mogu kontrolirati ESP8266, Arduino, Rasberry Pi, SparkFun i mnoge druge uređaje preko interneta. Sastoji se od mobilne aplikacije koja omogućuje korisniku da kreira sučelje po želji, servera koji omogućuje komunikaciju između mobitela i sklopovlja, te biblioteke koje omogućavaju sklopovlju komunikaciju sa serverom. Prednost ove platforme je jednostavno postavljanje i korištenje mobilne aplikacije upotrebom gotovih komponenata i virtualnih pinova, visoka razina sigurnosti korištenjem autorizacijskih tokena, pregled povijesti poslanih podataka, slanje obavijesti, email-ova i mnoge druge. [10]



Slika 2.14. Arhitektura Blynk platforme [10]

Mobilna aplikacija Blynk je modularna aplikacija sa gotovim komponentama (Sl. 2.15.) koje se slažu po želji korisnika. Korisnik na izbor ima veliki izbor komponenata kao što su razni pokaznici, dugmad, klizači, obavijesti, kazaljke itd.



Slika 2.15. Neke od gotovih komponenata



### 3. Realizacija sustava

Sustav je potrebno realizirati koristeći tehnologije opisane u drugome poglavlju. Kao glavni upravljački dio se koristi LoLin modul na kojemu se nalazi ESP8266 programibilni wi-fi kontroler. Kontroler se napaja preko modula sa baterijom i solarnim panelom. Ulazni parametar u sustav je izveden preko senzora vlage. Programski dio se sastoji od dvije komponente, a to su program koji je pogoni LoLin, a napisan je u Arduino IDE sustavu te mobilna aplikacija Blynk koja preko servera šalje parametre i zatim prima podatke i prikazuje ih korisniku.

#### 3.1. Spajanje mikrokontrolera

Wi-fi modul ESP8266 vrši komunikaciju preko Rx i Tx konektora koji rade na 3.3V, te je zato potrebno spustiti ulazni napon od 5V što odrađuje AMS1117. ESP8266 ima mogućnost štednje energije. Mogući modovi za štednju energije su modem-sleep, light-sleep i deep-sleep detaljnije prikazani u tablici ispod (Tab. 3.1.). U ovom projektu je korišten duboki san (eng. deep-sleep) jer nam je potrebna maksimalna ušteda energije, a da bi to postigli potrebna nam je kombinacija programa i spajanje nožica. Potrebno je kratko spojiti nožice sa oznakom D0 i RST. Da bi resetirali uređaj moramo postaviti RST nožicu na LOW tj. spojiti je sa minus polom. Kada se kontroler budi iz dubokog sna, pošalje LOW signal na D0 te tako resetiramo kontroler i on ponovo izvrši cijeli učitani program. [4]

Sustav	Modem-sleep	Light-sleep	Deep-sleep
Wi-fi	Isključen	Isključen	Isključen
Izvor takta	Uključen	Isključen	Isključen
RTC	Uključen	Uključen	Uključen
Procesor	Uključen	Stanje pripravnosti	Isključen
Potrošnja struje	15mA	0.4mA	~20μA

Tablica 3.1. Modovi uštede energije [4]

Za mjerenje vlage tla koristimo sondu sa kontrolerom koji radi na principu vodljivosti. Kontroler senzora je sa sondom spojen pomoću dvije žice (pozitivni i negativni pol), a kontroler senzora sa mikrokontrolerom pomoću tri žice od kojih su dvije za napajanje, a treća služi očitavanje vrijednosti vlage tla. Koristi se analogni signal zbog veće preciznosti, te da bi korisnik mogao izabrati željenu graničnu vrijednost vlage u tlu.

Napajanje sustava se vrši preko modula koji koristi Litij-ionsku bateriju i solarni panel za punjenje baterije. Od 10 konektora koristimo 7, dva su spojena na bateriju, dva na solarni panel, dva se koriste za napajanje sustava i jedan je kratko spojen sa negativnim polom da bi se izlaz napajanja uključio. U slučaju da nam se baterija isprazni možemo je napuniti pomoću miniUSB konektora.

### 3.2. Izrada makete sustava

Maketa sustava je izrađena od plastične kutije za kućne električne instalacije (Sl. 3.2.). Ova kutija je izabrana jer je dobro izolirana od okoline tako da vlaga i prljavština ne oštete osjetljivu elektroniku. Kutija ima IP54 standard zaštite od prodiranja vode i prljavštine, također izolira napone do 400V i otporna je na temperature do 650°C. Solarni panel je instaliran na poklopac kutije, tako da se kutija može otvoriti za slučajeve kvara ili punjenja baterije. Sonda za mjerenje vlage tla je postavljena na dno kutije tako da se postavi u zemlju. Svi otvori koji su napravljeni za vodiče su zatvoreni silikonom da bi se zadržala izolacijska svojstva.



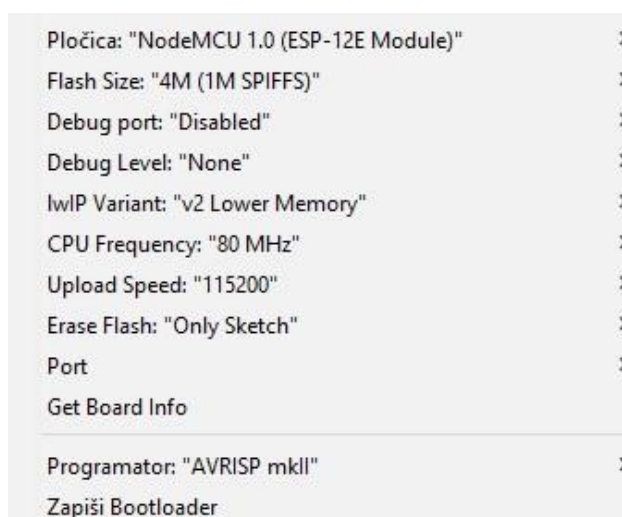
Slika 3.2. Plastična kutija za električne instalacije



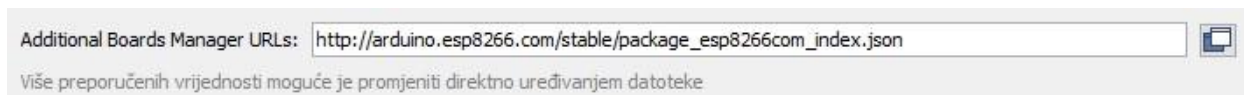
Slika 3.3. Gotova maketa spremna za postavljanje

### 3.3. Programsko rješenje sustava

Program koji je napisan u Arduino IDE okruženju je potrebno učitati u memoriju mikrokontrolera. Da bi se to ostvarilo potrebna je veza između računala i mikrokontrolera koja je ostvarena USB kabelom. Da bi računalo moglo komunicirati sa mikrokontrolerom potrebno je postaviti parametre za komunikaciju (Sl. 3.4.). Potrebno je izabrati točan mikrokontroler, količinu memorije, radni takt procesora, priključak koji se koristi te je u postavkama potrebno postaviti URL za preuzimanje dodatnih modula (Sl. 3.5.) jer LoLin nije podržan u osnovnoj verziji sučelja.



Slika 3.4. Postavke za LoLin

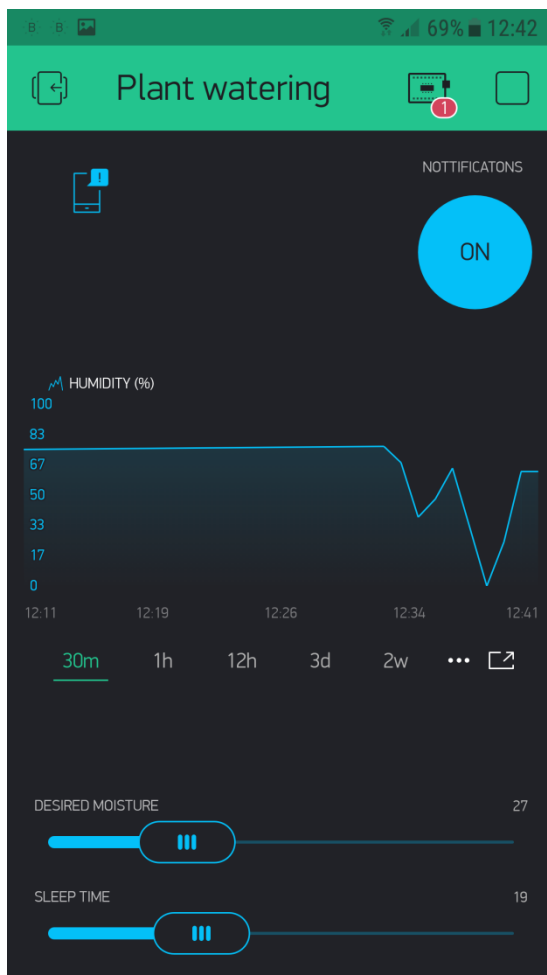


Slika 3.5. URL za preuzimanje dodatnih modula

Program je sastavljen od dijela u kojemu se definiraju potrebne biblioteke i deklariraju varijable za korištenje u ostatku programa te dijela sa logikom koja upravlja sklopom. Logički dio se sastoji od funkcija koje služe za dohvaćanje podataka sa servera i spremanje istih u lokalne varijable. Glavni dio programa se nalazi u *setup()* funkciji. Tu se nalazi logika za očitavanje vrijednosti senzora i slanje nove vrijednosti na server, čekanje na podatke sa servera, usporedba podataka sa servera i očitane vrijednosti te na kraju određivanje vremena spavanja uređaja.

### 3.4. Mobilna aplikacija

Mobilna aplikacija (Sl. 3.6.) se sastavlja od grafičkog prikaza količine vlage, preklopni gumb za uključivanje obavijesti, i dva klizača koja služe za izbor granične vrijednosti vlage i vrijeme koliko će sklop biti isključen.



Slika 3.6. Aplikacija za kontrolu i prikaz podataka sustava

#### **4. ZAKLJUČAK**

U ovome završnom radu izrađen je sustav za automatski nadzor vlage u tlu i prikaz parametara na mobilnoj aplikaciji. Projekt je osmišljen kako bi pomogao pri uzgoju biljaka, a primjena mu može biti na kućnim biljkama ili na manjim uzgajalištima. Nakon početne ideje započeto je istraživanje odgovarajućih tehnologija te je nakon toga uslijedila izrada sheme sustava. Zatim su nabavljene optimalne komponente i krenula je izrada makete zajedno sa programskim rješenjem. Nakon testiranja ispravnosti svih funkcionalnosti projekta uređaj je postavljen u zemlju kućne biljke i funkcionira po očekivanjima.

## LITERATURA

- [1] Službena Arduino stranica, <https://www.arduino.cc>, rujan 2018.
- [2] Službena NodeMCU stranica, [http://www.nodemcu.com/index\\_en.html](http://www.nodemcu.com/index_en.html), rujan 2018.
- [3] Tehnologija mjerenja vlage tla, [https://en.wikipedia.org/wiki/Soil\\_moisture\\_sensor](https://en.wikipedia.org/wiki/Soil_moisture_sensor), lipanj 2017.
- [4] Službena stranica Losant tvrtke koja se bavi IoT, <https://www.losant.com/blog/making-the-esp8266-low-powered-with-deep-sleep>, rujan 2018.
- [5] Fotoelektrični efekt, [https://hr.wikipedia.org/wiki/Fotoelektri%C4%8Dni\\_u%C4%8Dinak](https://hr.wikipedia.org/wiki/Fotoelektri%C4%8Dni_u%C4%8Dinak), lipanj 2017.
- [6] Solarna fotonaponska energija, [https://hr.wikipedia.org/wiki/Solarna\\_fotonaponska\\_energija](https://hr.wikipedia.org/wiki/Solarna_fotonaponska_energija), lipanj 2017.
- [7] Usporedba tehnologija solarnih panela, <http://www.glasscity.in/difference-between-monocrystalline-polycrystalline-and-amorphous-thin-film-solar-cell/>, lipanj 2017.
- [8] Princip rada baterije, <https://hr.wikipedia.org/wiki/Baterija>, lipanj 2017.
- [9] Wi-fi Alliance, <http://www.wi-fi.org>, lipanj 2017.
- [10] Službena Blynk stranica, <https://www.blynk.cc/>, rujan 2018.
- [11] Dokumentacija za ESP8266 ESP-12E, <https://www.kloppenborg.net/images/blog/esp8266/esp8266-esp12e-specs.pdf>, rujan 2018.
- [12] Dokumentacija za AMS1117, <http://www.advanced-monolithic.com/pdf/ds1117.pdf>, rujan 2018.
- [13] Dokumentacija za CH340G, <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Dev/Arduino/Other/CH340DS1.PDF>, rujan 2018.

## **SAŽETAK**

**Naslov:** Mikroupravljački sustav za pomoć pri uzgoju biljaka

Završni rad opisuje izradu sustava za automatski nadzor vlage u tlu i prikaz parametara na mobilnoj aplikaciji. Mikroupravljački sustav je baziran na LoLin sklopu sa ESP8266 ESP-12E wi-fi kontrolerom. Sustav prikuplja podatke o vlazi tla koristeći sondu na dnu i šalje ih na server, te se ti podaci prikazuju na mobilnoj aplikaciji. Sustav je zamišljen da radi bežično. Podaci se šalju preko wi-fi kontrolera, a napaja se preko ugrađene baterije i solarnog panela ugrađenog na vrh kućišta.

**Ključne riječi:** NodeMCU, senzor vlage, wi-fi, arduino, solarni panel



## **ABSTRACT**

**Title:** Microcontroller system for aiding herbal cultivation

Batchelor's thesis describes making of automated system for soil moisture monitoring and presentation of parameters in mobile application. Microcontroller system is based on LoLin hardware with ESP8266 ESP-12E wi-fi controller. System collects soil moisture data using probe on its bottom, then it sends data to the server and then data is displayed in the mobile app. System is envisioned to be wireless. Data is sent via wi-fi controller and built in battery is powering the system with support from solar panel installed on the top of the case.

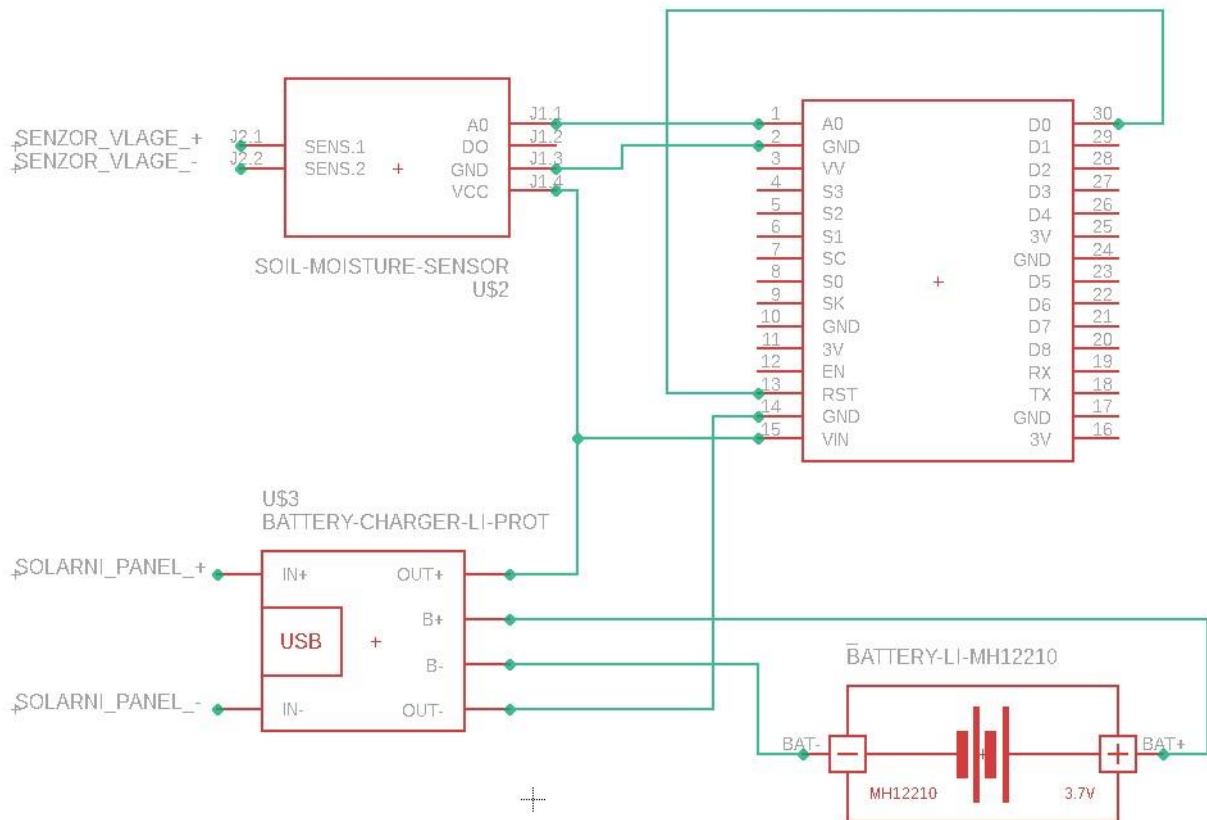
**Keywords:** NodeMCU, moisture sensor, wi-fi, arduino, solar panel

## **ŽIVOTOPIS**

Matej Korman rođen je u Osijeku dana 4. rujna 1994. Osnovnu školu pohađa u OŠ August Šenoa u Osijeku. Nakon završetka osnovne škole obrazovanje nastavlja u Elektrotehničkoj i prometnoj školi u Osijeku i obrazuje se za smjer Tehničar za mehatroniku. Nakon završetka srednje škole 2013. godine upisuje Elektrotehnički fakultet u Osijeku, smjer elektrotehnika te se nakon prve godine prebacuje na smjer računarstvo.

---

## PRILOG A. Shema sustava



## **PRILOG B. Slika gotovog sustava u primjeni**



## PRILOG C. Programsko rješenje

```
#define BLYNK_PRINT Serial

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

int second = (1e6);

int moistureSensorPin = A0;

bool shouldNotify;

int desiredMoisture;

int sleepTimeDuration;

char auth[] = "0aad152b8a164c98a796c917e215afcc";

char ssid[] = "AndroidAP";

char pass[] = "qik15918";

BLYNK_CONNECTED() {

    Blynk.syncAll();

}

BLYNK_WRITE(V0) {

    shouldNotify = param.asInt();

}

BLYNK_WRITE(V1) {

    desiredMoisture = param.asInt();

}

BLYNK_WRITE(V4) {

    sleepTimeDuration = param.asInt();

}

void setup() {

    Serial.begin(115200);
```

```

Blynk.begin(auth, ssid, pass);

Serial.println("Reading From the Sensor ...");
delay(500);

int moistureSensorValue = analogRead(moistureSensorPin);
moistureSensorValue = map(moistureSensorValue, 0, 1024, 100, 0);
Serial.print("Mositure: ");
Serial.print(moistureSensorValue);
Serial.println("%");
delay(500);

while(sleepTimeDuration == 0) {
    Blynk.syncAll();
    Serial.println("Waiting for values...");
    delay(500);
}

Serial.println("Values: ");
Serial.println(shouldNotify);
Serial.println(desiredMoisture);
Serial.println(sleepTimeDuration);

Blynk.virtualWrite(V3, moistureSensorValue);

if (moistureSensorValue < desiredMoisture) {
    Serial.println("Water your plant!");
    delay(500);
}

```

```

    if(shouldNotify == true) {
        Blynk.notify("Water your plant!");
    }
}

if (moistureSensorValue >= desiredMoisture) {
    Serial.println("Your plant has been watered!");
    delay(500);
    if(shouldNotify == true) {
        Blynk.notify("Your plant has been watered!");
    }
}

Serial.print("Going into deep sleep for ");
Serial.print(sleepTimeDuration);
Serial.println(" second/s.\n");

ESP.deepSleep(sleepTimeDuration * second);
}

void loop() {
    Blynk.run();
}

```